Aus der Universitätskinderklinik zu Rostock (Direktor: Prof. Dr. H. Brüning)

Experimentelle Untersuchungen über die Verwendbarkeit des Sojamehls in der Kinder- und Säuglingsernährung

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

medizinischen Fakultät

der

Landesuniversität Rostock

vorgelegt von

Ernst Georg Grote

Rostock 1931

Wismar 1932 Buch- und Kunst-Druckerei Albert Sander

Aus der Universitätskinderklinik zu Rostock (Direktor: Prof. Dr. H. Brüning)

Experimentelle Untersuchungen über die Verwendbarkeit des Sojamehls in der Kinder- und Säuglingsernährung

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

medizinischen Fakultät

der

Landesuniversität Rostock

vorgelegt von

Ernst Georg Grote

Rostock 1931

Wismar 1932 Buch- und Kunst-Druckerei Albert Sander

Referent: Professor Dr. Brüning

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Tag der mündlichen Prüfung 18. XII. 1931

Die wirtschaftliche Not der Gegenwart erschwert die Pflege der Volksgesundheit. Ernährungsfragen sind in den Brennpunkt des Interesses gerückt. Hauptforderung ist, vollwertige und doch billige Nahrungsmittel zu beschaffen. Die Aufmerksamkeit weitester Kreise hat sich auf die **Sojabohne,** eine ostasiatische Leguminosenart, gerichtet, mit der Absicht, sie auch für Europa als Volksnahrungsmittel einzuführen. Neben Kohlenhydrat, Fett und Mineralien ist es besonders der große Eiweißgehalt der Bohne, der hierzu Anlaß gibt.

Die Sojabohne, beheimatet in China, ist dort schon in ältesten Überlieferungen als wichtiger Teil der Volksnahrung bekannt. Auch heute erzeugt China große Mengen Sojabohnen, — nach Schneider 16 Millionen Tonnen, — ausschließlich zum Gebrauch im eigenen Lande. Die auf mannigfaltige Art aus Sojabohnen hergestellten Nahrungsmittel sind Haupteiweißträger in der Kost asiatischer Völker. Die Mandschurei ist das Ausfuhrland zur Deckung des Sojabedarfes auf dem Weltmarkt, finden doch schon seit Jahrzehnten Sojaprodukte weitgehende Verwendung als Kraftfuttermittel in der Viehzucht der verschiedensten Länder. In neuester Zeit widmet Amerika dem Sojaproblem großes Interesse. Es werden eingehende Züchtungs- und Veredelungsversuche in nördlichen und südlichen Ländern betrieben; in letzteren, wohl klimatisch bedingt, mit besonderem Erfolg. Die Sojabohne soll an Bodenbeschaffenheit und Klima ähnliche Anforderungen stellen wie der Mais. Auch in Europa wurden Anbauversuche der Sojabohne vorgenommen; doch ihrer Einführung als menschliches Nahrungsmittel standen ihr unangenehmer Geruch und bitterer, strenger Geschmack von vornherein ebenso im Wege, wie das schnelle Ranzigwerden des Sojafettes und die lange, diejenige anderer Hülsenfrüchte weit übertreffende Kochzeit, welche zum Weichwerden der Bohne erforderlich ist.

Komplizierte technische Verfahren dienen heute der Behebung dieser störenden Umstände. In Deutschland sind vor allem zwei Präparate in den Handel gebracht worden, die in dieser Hinsicht einwandfrei sein sollen. Das eine, **„Edelsoja“,** das Produkt der Edelsoja A. G. Berlin, ist ein Sojabohnenmehl von der Zusammensetzung: 41% Eiweiß, 20% Fett, 20% Kohlenhydrate. „Edelsoja“ ist im Berczeller Verfahren durch Wasserdampfbehandlung vom schlechten Geruch und Geschmack, die durch leicht flüchtige Stoffe verursacht sein sollen, befreit. Infolge wirtschaftlicher Schwierigkeiten der Fabrik war uns „Edelsoja“ nicht mehr zugänglich.

Ein weiteres Sojamehlpräparat wird von der Hansamühle G. m. b. H. Hamburg vertrieben unter dem Namen **„Farinette“.** „Farinette“ ist im Gegensatz zu der fettreichen „Edelsoja“ entöltes Sojabohnenmehl. Aus den gereinigten, getrockneten und zerkleinerten Sojabohnen werden die Fette nach dem Bollmann-Verfahren extrahiert, wobei als Extraktionsmittel Benzol und

Alkohol in bestimmtem Verhältnis Anwendung finden. Nach Ulex ergibt die chemische Analyse des Sojaeiweißmehls „Farinette“ folgende Zusammensetzung:

Protein:	52,20 %
Fett:	1,20 %
Feuchtigkeit:	7,60 %
Asche:	6,00 %
Rohfaser:	3,10 %
Stickstofffreie Extraktstoffe:	20,90 %
(davon Gesamtzucker: 11,5 %)	

„Farinette“ enthält rund 5 mal so viel Eiweiß wie die hauptsächlich verwendeten Cerealienmehle.

Eingehende Versuche sind gemacht worden über den Wirkungswert des **Sojaeiweißes.** Sie haben zu der Annahme seiner biologischen Vollwertigkeit geführt. Massatsch rechnet das Eiweiß der Sojabohne zu den wenigen Eiweißarten pflanzlicher Herkunft, die auf die Dauer genossen den Bedarf des tierischen und menschlichen Organismus an Aminosäuren zu decken imstande sind. Nach Kapfhammer und Habs enthält Sojaeiweiß die lebenswichtigen Aminosäuren Cystin, Lysin, Trypthophan, Leucin und Thyrosin in ausreichender Menge. Der Gehalt an Lysin, welcher in diesem Zusammenhang wegen seines Einflusses auf das Wachstum besonders wichtig ist, kommt nach R. Mayer dem des Milcheiweißes annähernd gleich. Die ersten Untersucher des Sojabohneneiweißes Meissl und Böcker nannten den leichtlöslichen Eiweißkörper Kasein, da er in Eigenschaft und Wirkungsart dem Milchkasein (Phosphorproteid) nahe stehe: Alkalische Sojaeiweißlösungen bilden eine Haut und geben Koagulationserscheinungen in Gegenwart des Labferments. Fütterungsversuche an heranwachsenden Tieren von Osborne und Mendel, von anderen Forschern bestätigt, ergaben Gleichwertigkeit von Soja- und Milcheiweiß. Nach Kupelwieser soll Sojaeiweiß im Gegensatz zum tierischen Eiweiß frei sein von Nukleoproteiden, deren Stoffwechselprodukte die Purinkörper (Harnsäure) sind.

Die Ausnutzbarkeit des Sojaeiweißes steht an führender Stelle im Vergleich zu anderen pflanzlichen Eiweißarten. Rubner stellt folgende Werte auf:

Ausnutzbarkeit von animalischem Eiweiß:	95 — 98 %
„ „ Cerealieneiweiß: . .	60 — 80 %
„ vom Eiweiß der einheimischen Hülsenfrüchte: .	70 — 80 %
„ von Sojaeiweiß: . . .	93 %

Die Verdaulichkeit des Sojaeiweißes übertrifft diejenige der Getreideeiweiße nahezu um ein Fünftel, so daß Rubner eine Anreicherung von Roggenbrot mit Sojaeiweiß propagiert.

In der ausgereiften Sojabohne ist nach Kupelwieser keine Stärke enthalten. Das Hauptkohlenhydrat des Sojamehls ist Rohrzucker, der im Gegensatz zu Milchzucker die Gärungsvorgänge dämpft und eine Verringerung der Peristaltik bewirkt. Da die Labilität der Darmfunktionen beim Säugling und seine dadurch bedingte starke Abhängigkeit von der Ernährung bekannt sind, sei hier besonders darauf hingewiesen. Neben Rohrzucker sind Tetrasaccharid Stachyose und die Hemizellulosen Araban und Galaktan zu verzeichnen. Der niedrige Gehalt an Kohlenhydraten macht das Sojamehl zu einem wertvollen Bestandteil der Diabetikergebäcke. Nach Noorden u. a. kommt von dem Gesamt-Kohlenhydratgehalt der Soja nur Rohrzucker als Zuckerbildner in Frage; Araban und Galaktan sollen nicht imstande sein, eine Steigerung der Glykosurie hervorzurufen. Bierry fand für die Stachyose nur eine geringe Aufspaltung im Verdauungstraktus höherer Organismen.

Auffallend ist der **Mineral**reichtum des Sojamehls. Nach Ulex ergibt die Aschenanalyse des „Farinette“:

Kali: . . .	44,56 %
Natron: . .	0,98 %
Kalk: . . .	5,32 %
Magnesia: .	8,92 %
Eisenoxyd: .	Spuren
Phosphorsäure:	36,89 %
Schwefelsäure:	2,70 %
Chlor: . . .	0,27 %
Kieselsäure: .	Spuren

Wir finden sowohl die von Aron als Umsatzstoffe gewerteten: K, Na, Cl, als auch die sich umgekehrt verhaltenden Knochenaufbaubestandteile: Ca, Mg, P. Ca und Na sind zur ausschließlichen Körperbedarfsbefriedigung, wie Fütterungsversuche von Tso u. a. ergaben, nicht in ausreichender Menge vorhanden. Besonders sei der hohe Gehalt an Phosphorsäure hervorgehoben.

Die Ergebnisse der Untersuchungen auf **Vitamin**gehalt der aus Sojabohnen gewonnenen Mehle weichen von einander ab. Kupelwieser führt es auf die verschiedene Zusammensetzung der untersuchten Sojaprodukte zurück, beispielsweise könne fettlösliches Vitamin in den entölten Präparaten verloren gegangen sein. Vitamin B ist in der Sojabohne von Osborne und Mendel einwandfrei in reichlicher Menge nachgewiesen worden und von anderen Forschern bestätigt; Vitamin A wurde von Abderhalden gefunden.

Das **Fett** der Sojabohne, deren Lecithinreichtum anderen Leguminosenarten voransteht, ist, wie bereits hervorgehoben, in dem Sojamehl „Farinette“ nicht mehr enthalten. Die Hansamühle gewinnt nach der Extraktion durch Destillation und Raffination ein Sojaspeiseöl und Sojalecithin. In Angleichung an das intravitale Vorkommen des Lecithins im animalischen Organismus

wird das Sojalecithin in Verbindung mit Fett belassen unter Berücksichtigung der Schutzkolloidwirkung arteigener Fette. Die Zusammensetzung des Hansamühlen-Sojalecithins ist: 60% Reinlecithin, 40% Sojafett. Experimente über den physiologischen Wert des Sojalecithins u. a. von Lichtwitz und Rehwald ergaben eine gute Resorbierbarkeit dieses Pflanzenstoffes bei Tier und Mensch. Brüning erwähnt eine Fettanreicherung der „Farinette" Sojakindernahrung unter gegebenen Umständen. Eingedenk der lebenswichtigen Funktionen der Lipoide im Organismus, denen von jeher durch Darreichung von Eigelb, tierischer Gehirn- und Drüsensubstanz in der Krankenkost Rechnung getragen wurde, wird auch die Möglichkeit einer Lecithinanreicherung aktuell. Man denke an die Wirkung des Lecithins auf das Knochenwachstum oder allgemein auf die Entwicklungsvorgänge des wachsenden Individuums. Bondy schreibt dem Lecithin die physikalischen Eigenschaften eines Emulsionsförderers zu. Danach würde Lecithin eine Verbesserung des Verdauungsablaufes bewirken.

Nach diesen einleitenden Auseinandersetzungen komme ich zum eigentlichen Thema der vorliegenden Arbeit. Sie besteht darin, in Verfolgung der von Brüning mitgeteilten klinisch-experimentellen Studien durch experimentelle Untersuchungen einen weiteren Beitrag über die **„Verwendbarkeit des Sojamehls in der Kinder- und Säuglingsernährung"** zu liefern. Die Untersuchungen wurden wiederum mit dem Sojamehl „Farinette" der Hansamühle angestellt, welches uns in beliebiger Menge von der Firma unentgeltlich zur Verfügung stand.

Aussehen:

Makroskopisch unterscheidet sich „Farinette" von den Getreidemehlen nur durch seinen gelblichgrauen Farbton. Es hat einen süßlichen Geruch, dem von Mandeln vergleichbar. Im Geschmack des fabrikfrischen Sojamehls findet sich kein wesentlicher Unterschied gegenüber anderen Mehlsorten.

Bringt man eine Suspension von Sojamehl in aqua dest. unter das Mikroskop, so erkennt man vieleckige, durchscheinende Gebilde von verschiedener Größe. Sie besitzen keine glatte Oberfläche sondern sind am ehesten mit Stechäpfeln vergleichbar, doch sind sie nicht an eine bestimmte Gestalt gebunden. Bei Zusatz von Sudan III nehmen die eben beschriebenen Sojamehlgebilde eine rotgelbe Farbe an; diese Reaktion beruht wohl auf den Spuren von Fett, welche in dem Mehl auch nach der Extraktion noch verblieben sind. Die Vergleichsmehle, Weizen- und Hafermehl, blieben ungefärbt. Durch Zusatz von Lugolscher Lösung färbt sich Sojamehl gelb; die Vergleichsmehle geben die typische blaue Stärkereaktion. In Natronlauge quillt Sojamehl nicht im Gegensatz zu z. B. Weizenmehl. Nach Zusatz

von 3%iger Essigsäure war bei keinem der untersuchten Mehle eine Veränderung wahrzunehmen.

Zwecks weiterer Untersuchung wurden **Aciditätsbestimmungen** angestellt. Sojamehl wurde in wenig kaltem Wasser glatt gerührt, dann langsam unter Umrühren zur Vermeidung von Klümpchenbildung in etwa die 10fache Menge siedenden Wassers geschüttet und 5 Minuten gekocht. In dieser so beschriebenen Weise wurden 1%ige, 5%ige und 10%ige Lösungen hergestellt, und zwar außer von Sojamehl zur Kontrolle auch von Weizenmehl, Reismehl, Kufeke's Kindermehl und Reismehl nach Bessau.

Je 20 ccm der verschiedenen Gemische wurden in 5 verschiedene Reagenzgläser gefüllt und bei Zimmertemperatur aufgestellt zur Prüfung des Säuregrades an 5 aufeinander folgenden Tagen. Jeder Versuch wurde drei Mal angesetzt und durchgeführt. Die Mittelwerte wurden als Ergebnis eingetragen. Die Säurebestimmungen wurden mit Lackmuspapier vorgenommen.

Ergebnisse am 1. Tage:

a) Reaktion gegenüber Lackmus:

10%iger Sojamehlbrei rötet blaues Lackmuspapier stark + + +

5%iger Sojamehlbrei rötet blaues Lackmuspapier schwächer + +

1%iger Sojamehlbrei rötet blaues Lackmuspapier leicht +

d. h. Sojamehlbrei reagiert sauer und zwar, je nach der Konzentration verschieden stark.

10%iger Weizenmehlbrei bläut rotes Lackmuspapier stark - - -

5%iger Weizenmehlbrei bläut rotes Lackmuspapier schwächer - -

1%iger Weizenmehlbrei bläut rotes Lackmuspapier leicht -

d. h. Weizenmehlbrei reagiert alkalisch in den für Sojamehl angegebenen Abstufungen.

Für Reismehlbrei, Kufeke-Brei und Bessau-Reismehlbrei ergab sich ebenfalls stets eine alkalische Reaktion.

b) Titrationen:

Es wurden nunmehr je 10 ccm des filtrierten Sojamehlbreies nach Analogie der Untersuchungen von Mageninhalt mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge titriert. Als Indikator wurde Phenolphthalein verwendet. Bei der Titration des 1%igen Sojamehlbreies waren dann bis zur Neutralisation 0,1 ccm, für den 5%igen Sojamehlbrei 0,9 ccm $^1/_{10}$ n Na 0 H erforderlich.

Von Titrationen 10%iger Mehlbreie wurde wegen der schlech-

ten Filtrierbarkeit, welche deren Dickflüssigkeit bedingt, Abstand genommen.

Ergebnisse am 2. Tage:

a) Reaktion gegenüber Lackmus:

Bei Untersuchungen mit Lackmuspapier reagierten Weizenmehlbrei, gewöhnlicher Reismehlbrei und Reismehlbrei nach Bessau in allen Konzentrationen auch am 2. Tage alkalisch. Für Kufeke-Brei ergaben sich je nach der Konzentration verschiedene Werte. Der 1%ige Brei wies neutrale Reaktion auf, während der 5%ige und der 10%ige sauer reagierten und zwar ebenso, wie die mit Sojamehl hergestellten Mischungen.

b) Titrationen:

Bei der Titration des 1%igen Sojamehlbreies waren bis zur Neutralisation 0,4 ccm, für den 5%igen 1,0 ccm $^1/_{10}$ n Na O H erforderlich.
Bei der Titration des 5%igen Kufeke-Breies waren bis zur Neutralisation 0,2 ccm $^1/_{10}$ n Na O H erforderlich.
Bei den durch die Lackmusprobe als alkalisch bezw. neutral erkannten Vergleichsmehlbreien kam natürlich eine Titration nicht in Frage.

Ergebnisse am 3. Tage:

a) Reaktion gegenüber Lackmus:

Reismehlbreie nach Bessau reagierten auch am 3. Tage alkalisch. Ebenso reagierte 1%iger Weizenmehlbrei noch alkalisch, während 5%iger und 10%iger Weizenmehlbrei neutrale Reaktion ergaben. Für gewöhnlichen Reismehlbrei ergab sich in jeder Konzentration neutrale Reaktion. Kufeke-Brei wies eine deutlich saure Reaktion auf und zwar, wie bereits oben behandelt, zunehmend mit der Konzentration der 3 untersuchten Breie.

b) Titrationen:

Bei der Titration des 1%igen Sojamehlbreies waren bis zur Neutralisation 0,9 ccm, für den 5%igen Sojamehlbrei 1,2 ccm $^1/_{10}$ n Na O H erforderlich.
Bei der Titration des 1%igen Kufeke-Breies wurden bis zur Neutralisation 0,2 ccm, für den 5%igen Kufeke-Brei 1,0 ccm $^1/_{10}$ n Na O H verbraucht.
Bei den durch die Lackmusprobe als alkalisch bezw. neutral erkannten Vergleichsmehlbreien unterblieb die Titration.

Ergebnisse am 4. Tage:

a) Reaktion gegenüber Lackmus:

Reismehlbrei nach Bessau reagierte auch am 4. Tage 1%ig,

5%ig und 10%ig alkalisch. Der 1%ige Weizenmehlbrei zeigte neutrale Reaktion, während der 5%ige und der 10%ige Weizenmehlbrei sauer reagierten. Kufeke und gewöhnlicher Reismehlbrei waren in allen 3 Konzentrationen als sauer reagierend zu verzeichnen.

b) Titrationen:

Bei der Titration des 1%igen Sojamehlbreies waren bis zur Neutralisation 0,95 ccm, für den 5%igen Sojamehlbrei 1,7 ccm, bei 1%igem Kufeke-Brei 0,4 ccm, für den 5%igen Kufeke-Brei 1,3 ccm $^1/_{10}$ n Na O H erforderlich. 1%iger gewöhnlicher Reismehlbrei erforderte bis zur Neutralisation 0,1 ccm, 5%iger gewöhnlicher Reismehlbrei 0,15 ccm $^1/_{10}$ n Na O H, 5%iger Weizenmehlbrei dagegen nur 0,1 ccm $^1/_{10}$ n Na O H.
Bei den durch die Lackmusprobe als alkalisch bezw. neutral erkannten Vergleichsmehlbreien wurde keine Titration vorgenommen.

Ergebnisse am 5. Tage:

a) Reaktion gegenüber Lackmus:

Reismehlbrei nach Bessau reagierte auch am 5. Tage in allen 3 Konzentrationen alkalisch. 1%iger Weizenmehlbrei reagierte deutlich sauer. Ebenso ergaben alle andern Breie in jeder Konzentration saure Reaktionen.

b) Titrationen:

Bei der Titration des 1%igen Sojamehlbreies waren bis zur Neutralisation 1,0 ccm, für den 5%igen Sojamehlbrei 2,0 ccm, für 1%igen Kufeke-Brei 0,5 ccm und für 5%igen Kufeke-Brei 1,6 ccm $^1/_{10}$ n Na O H erforderlich. Bei der Titration des 1%igen gewöhnlichen Reismehlbreies waren bis zur Neutralisation 0,2 ccm, für den 5%igen Reismehlbrei 0,3 ccm $^1/_{10}$ n Na O H nötig, während 1%iger Weizenmehlbrei bis zur Neutralisation 0,3 ccm, 5%iger Weizenmehlbrei 0,5 ccm $^1/_{10}$ n Na O H benötigte.
Bei dem durch die Lackmusprobe als alkalisch erkannten Reismehlbrei nach Bessau kam eine Titration auch jetzt nicht in Frage.

In allen Titrationsversuchen wurde mit 10 ccm der verschiedenen Breie gearbeitet; es empfiehlt sich eine Umrechnung auf die übliche Zahl 100 ccm durch Multiplikation der gefundenen Zahlenwerte mit 10.

Zur besseren Übersicht der Ergebnisse der hier geschilderten Reagenzglasversuche mit Sojamehl und anderen Mehlarten seien 2 Tabellen eingeschaltet, in welchen alkalisch = —, sauer = + und neutral = —+ bezeichnet worden ist.

Tabelle 1: Säurungsgrad verschiedener 1%iger Mehllösungen.

	Menge der zur Neutralisation erforderlichen ccm $^1/_{10}$ n Na O H				
1%ige Lösungen	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
von: Sojamehl	1,0	4,0	9,0	9,5	10,0
Kufeke-Kindermehl	—	$\frac{+}{-}$	2,0	4,0	5,0
Reismehl (gewöhnlich)	—	—	$\frac{+}{-}$	1,0	2,0
Weizenmehl	—	—	—	$\frac{+}{-}$	3,0
Bessau-Reismehl	—	—	—	—	—

Tabelle 2: Säurungsgrad verschiedener 5%iger Mehllösungen.

	Menge der zur Neutralisation erforderlichen ccm $^1/_{10}$ n Na O H				
5%ige Lösungen	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag
von: Sojamehl	9,0	10,0	12,0	17,0	20,0
Kufeke-Kindermehl	—	2,0	10,0	13,0	16,0
Reismehl (gewöhnlich)	—	—	$\frac{+}{-}$	1,5	3,0
Weizenmehl	—	—	$\frac{+}{-}$	1.0	5
Bessau-Reismehl	—	—	—	—	—

Aus den beiden vorstehenden Tabellen geht eindeutig hervor, daß, wie schon weiter oben hervorgehoben worden ist, 1 und 5 %ige wässerige Sojamehllösungen vom 1. bis zum 5. Tage an sauer reagieren, und daß diese Säurereaktion im Laufe der 5 Tage erheblich zunimmt, und zwar derart, daß z. B. bei der 1 %igen Lösung nach 24 Stunden 1 ccm, nach 5 Tagen jedoch 10 ccm d. h. also 10 mal soviel ccm 1/10 n Na O H zur Neutralisation erforderlich sind. Interessant ist auch das Verhalten der Vergleichsmehllösungen zueinander in Bezug auf ihre Reaktion. Während die drei ersten Vergleichsmehlbreie nacheinander über Kufeke-, gewöhnlichen Reismehl- zum Weizenmehlbrei im Laufe der Versuchstage eine stetig wachsende Acidität zeigten, und zwar steigend mit ihrer Konzentration, — jedoch der Acidität der Sojamehlbreie bedeutend nachstehend —, fallen die Reismehlbreie nach Bessau auf durch das Andauern ihrer alkalischen Reaktion in beiden Konzentrationen über eine Zeitspanne von 5 Tagen.

Nachdem durch die bisherigen Versuche die Unterschiede der Reaktion und der Titrationswerte einfacher wässeriger Mehllösungen im Vergleich zum Sojamehl klargelegt waren, wurden zu weiteren Untersuchungsreihen die üblichen Milchgemische nach Heubner-Hofmann mit Verwendung derselben Mehle benutzt. Die Versuchsanordnung und Durchführung entsprach genau den oben geschilderten Verfahren.

Zur Untersuchung kam zunächst sogenannte Drittel-, Halb- und Zweidrittelmilch mit 5 %igem Sojamehlbreizusatz.

a) Reaktion gegenüber Lackmus:

Drittelmilch	mit 5 %igem Sojamehlbreizusatz rötet blaues Lackmuspapier:	stark +++
Halbmilch	mit 5 %igem Sojamehlbreizusatz rötet blaues Lackmuspapier:	deutlich ++
Zweidrittelmilch	mit 5 %igem Sojamehlbreizusatz rötet blaues Lackmuspapier:	leicht +

b) Titrationen:

Es wurden je 10 ccm dieser frischen filtrierten Milchmehlmischungen mit 1/10 Normalnatronlauge titriert. Als Indikator wurde wiederum Phenolphthalein verwendet. Bei der Titration der frisch zubereiteten Drittelmilch waren bis zur Neutralisation 1,4 ccm, für die Halbmilch 1,0 ccm, für die Zweidrittelmilch noch 0,9 ccm 1/10 n Na O H erforderlich.

Bei Umrechnung auf die übliche Zahl 100 ccm Titrationsflüssigkeit ergeben sich also folgende Titrationswerte:

Drittelmilch: 14, Halbmilch: 10, Zweidrittelmilch: 9. Es zeigte sich also auch hier wieder, wie allerdings zu erwarten stand, deutliches Überwiegen der sauren Komponente des Sojamehlbreies in der frischen Milchmischung als Drittelmilch gegenüber den

anderen Konzentrationen.

Weitere Säuregraduntersuchungen wurden mit 5 %igen wässerigen **gemischten Mehllösungen** ausgeführt. Hierzu dienten Mischungen von Sojamehl mit Hafer-, Reis und Mondaminmehl, welche in gleichen Mengenverhältnissen verwandt wurden, so daß sie im Wesentlichen den sonst in der kinderärztlichen Praxis gebräuchlichen Zusatzflüssigkeiten entsprachen.

Die Resultate an:

1. Brei: 5 %ig (Sojamehlbrei + Wasser $\overline{aa}$)
2. Brei: 5 %ig (Sojamehl + Hafermehl $\overline{aa}$) + Wasser
3. Brei: 5 %ig (Sojamehl + Reismehl $\overline{aa}$) + Wasser
4. Brei: 5 %ig (Sojamehl + Mondamin $\overline{aa}$) + Wasser

waren folgende:

a) Reaktion gegenüber Lackmus:

zeigte für jedes der 3 Mehlgemische einen sauren Charakter.

b) Titrationen:

Bei je 10 ccm filtrierten Breies mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge und Phenolphthalein als Indikator wurden für den ersten Brei 0,9 ccm, für den zweiten Brei 0,5 ccm, für den dritten 0,4 ccm und für den vierten nur noch 0,3 ccm $^1/_{10}$ n Na O H benötigt. Umgerechnet auf 100 ccm Titrationsflüssigkeit bedeutet das dann: 9 ccm, 5 ccm, 4 ccm und 3 ccm $^1/_{10}$ n Na O H.

Aus den hier mitgeteilten Zahlenwerten ergibt sich also nochmals der hohe Säurewert für reine Sojamehllösungen, während vom Hafer- über Reis- zum Maismehl die zur Neutralisation benötigten Natronlaugemengen geringer wurden entsprechend den bereits früher mitgeteilten Beobachtungen.

Versuche an Ratten:

Fünf gleich alten kräftigen Ratten, welche äußerlich keine Entwicklungsunterschiede aufwiesen, wurde, nachdem die Tiere 24 Stunden lang keinerlei Nahrung erhalten hatten, vorsichtig in Äthernarkose mittels der Schlundsonde Nahrung in den Magen eingeführt. Und zwar erhielt:

Ratte I: 5 ccm (5 %ig Sojamehlbrei + Milch $\overline{aa}$)
Ratte II: 5 ccm (5 %ig Sojamehlbrei + Wasser $\overline{aa}$)
Ratte III: 5 ccm (5 %ig Weizenmehlbrei + Milch $\overline{aa}$)
Ratte IV: 5 ccm (5 %ig Weizenmehlbrei + Wasser $\overline{aa}$)
Ratte V: 5 ccm (Milch + Wasser $\overline{aa}$) zur Kontrolle.

Die Lackmusprobe ergab für die Sojamehlbreimischungen saure Reaktion, für die Weizenmehlbreimischungen alkalische Reaktion. Die sauer reagierenden Sojamehlbreimischungen wurden titriert. Der Säurewert betrug für das Sojamehlmilchgemisch (umgerechnet auf 100 ccm Titrationsflüssigkeit) 10, für das Sojamehlwassergemisch 9.

30 Minuten nach der Sondierung wurden die Tiere durch Schlag auf den Kopf getötet. Die Mägen wurden eröffnet und der Inhalt in Petrischalen entleert. Die erhaltenen Befunde wurden genau geprüft und protokolliert.

Die Menge des Mageninhalts der **Ratte I** betrug 1½ ccm. Die Inspektion ergab: Homogene Masse von bräunlicher Farbe mit einzelnen streifenartig angeordneten grauweißen Aufhellungen. Konsistenz: Schleimartig. Die Masse haftete ohne Flüssigkeitsansammlung am Boden der Schale fest.

Gerinnungsgrad: fein.

Die Menge des Mageninhalts der **Ratte II** betrug 1½ ccm einer annähernd homogenen Masse von weißlichgrauer Farbe. Konsistenz: schleimartig, jedoch beweglicher als bei I. Spuren einer trüben wässerigen Flüssigkeit waren auf dem Grund der Schale nachweisbar.

Gerinnungsgrad: fein.

Die Menge des Mageninhalts der **Ratte III** betrug 1 ccm getrübte Flüssigkeit mit braunen bezw. gelben Gerinnseln, die sich deutlich von der übrigen Flüssigkeit abhoben.

Gerinnungsgrad: grob.

Die Menge des Mageninhalts der **Ratte IV** betrug 1 ccm einer trüben wässerigen Flüssigkeit, in der nur noch ein kleiner Rest einer graurötlichen breiigen, aus Gerinnseln bestehenden Masse vorhanden war.

Gerinnungsgrad: fein.

Die Menge des Mageninhalts der **Ratte V** betrug 1½ ccm trüber, sehr wässeriger Flüssigkeit, in der deutlich erkennbar große, lockere, grauweiße und gelbliche Flocken schwammen.

Gerinnungsgrad: grob.

In den Mägen der mit Weizenmehlbreien gefütterten Ratten war also die Gerinnung grobflockig und stand in deutlichem Gegensatz zu der Gerinnungsform in den Mägen der mit Sojamehlbreien gefütterten Ratten, welche deutlich einen fortgeschrittenen Feinheitsgrad aufwiesen. Es fand sich, wie aus vorstehenden Inspektionsbefunden ersichtlich ist, eine gute Durchmischung des Speisebreies, dessen Flockung u. a. im Magen grundlegend ist für den normalen Ablauf der Verdauung, weil durch Oberflächenvergrößerung sich den fermentativen Verdauungssäften erweiterte Angriffsmöglichkeiten darbieten. Wir stellten also fest, daß die Gerinnungsform der Sojamehlnahrung im Magen ein besonders günstiges Bild ergab.

Mageninhaltsuntersuchungen bei Säuglingen und Kleinkindern.

Zu den Fütterungs- und Ausheberungsversuchen wurden vor der Entlassung stehende Kinder ohne Magen-Darmstörungen gewählt.

Die Versuchsflüssigkeit wurde den **Säuglingen** in den üb-

lichen Trinkflaschen verabreicht, morgens zur Zeit der gewohnten Nahrungsaufnahme. Die Säuglinge nahmen die Nahrung alle gut; die Dauer der Trinkzeit bis zur Leerung der Flasche war unverändert. Die Zusammensetzung der Versuchsnahrung war: je 160 ccm Halbmilch mit 5 %igem Sojamehlbrei und 5 % Rübenzucker. Die Trinkflüssigkeit zeigte saure Reaktion. Der Titrationswert war 8, berechnet auf 100 ccm.

Die Trinkmenge wurde nach Art des Probefrühstücks verabreicht, und 30 Minuten nach der Nahrungsaufnahme wurden mit dem Magenschlauch 20 ccm des Mageninhalts ausgehebert.

Die Inspektion des Ausgeheberten ergab bei 4 Säuglingen ein annähernd gleiches Bild: der Mageninhalt war flüssig, trübe und mit etwas Schleim durchsetzt. Es fanden sich gleichmäßig verteilte, feine Flöckchen.

Bei Untersuchung der ausgeheberten Flüssigkeit ergab sich bei allen vier Mageninhalten:

mit Kongopapier: kein Ausschlag. Dagegen trat mit Lackmuspapier: deutliche Rötung auf.

Im Mageninhalt der 4 mit Halbmilch + 5 % Sojamehlbrei + 5 % Rübenzucker gefütterten Säuglinge war also eine saure Reaktion nachweisbar. Freie Salzsäure wurde nicht gefunden.

Titrationen der ausgeheberten Flüssigkeit auf Gesamtacidität wurden nach Filtration mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge und Phenolphthalein als Indikator ausgeführt und auf 100 ccm Titrationsflüssigkeit umgerechnet. Hierbei ergaben sich folgende Säurewerte:

Säugling I	Alter: 7 Monate,	Gewicht: 5040 gr.
	Gesamtacidität: 12,	freie H Cl: 0.
Säugling II	Alter: 8 Monate,	Gewicht: 5800 gr.
	Gesamtacidität: 9,	freie H Cl: 0.
Säugling III	Alter: 6 Monate,	Gewicht: 6750 gr.
	Gesamtacidität: 10,	freie H Cl: 0.
Säugling IV	Alter: 9 Monate,	Gewicht: 5450 gr.
	Gesamtacidität: 10,	freie H Cl: 0.

In gleicher Weise wurden Versuche mit **größeren Kindern** vorgenommen. Diese Kinder tranken die Sojanahrung ebenfalls ohne Schwierigkeiten gut aus. Die Zusammensetzung der verabreichten Nahrung war wie in den Säuglingsfütterungsversuchen. Die Versuchsanordnung entsprach wiederum der des Probefrühstücks. Es wurden 30 Minuten nach der Nahrungsaufnahme mit dem Magenschlauch je 20 ccm des Mageninhalts ausgehebert.

Die Inspektion ergab bei allen 4 Kindern ein annähernd gleiches Bild: der Mageninhalt war flüssig, milchig getrübt und enthielt etwas Schleim. Es fanden sich feinste Flocken, die zum Teil leicht zusammengeballt waren.

Bei Untersuchungen der ausgeheberten Flüssigkeit ergab sich

für alle 4 Mageninhalte:
mit Kongopapier: kein Ausschlag. Dagegen trat mit Lackmuspapier: starke Rötung auf.
D. h. also der Mageninhalt der 4 mit Versuchssojanahrung gefütterten Kinder reagierte stark sauer, freie Salzsäure wurde nicht gefunden.
Titrationen der ausgeheberten Flüssigkeit auf Gesamtacidität wurden in filtriertem Zustande mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge und Phenolphthalein als Indikator ausgeführt. Es ergaben sich folgende Säurewerte:

Kind	**I**	Alter: 1 Jahr 2 Monate Gesamtacidität: 31; freie H Cl: O
Kind	**II**	Alter: 9 Jahre 8 Monate Gesamtacidität: 23; freie H Cl: O
Kind	**III**	Alter: 6 Jahre 10 Monate Gesamtacidität: 25; freie H Cl: O
Kind	**IV**	Alter: 9 Jahre Gesamtacidität: 22; freie H Cl: O

Die Aciditätswerte der gefütterten Kinder jenseits des Säuglingsalters wiesen unter gleichen Versuchsbedingungen höhere Zahlen auf als die der Säuglinge. Das bedeutet eine Übereinstimmung mit den nach Einführung erprobter Nahrungsbreie durchschnittlich ermittelten Titrationszahlen. Die Acidität im gesunden Säuglingsmagen steht hinter der des Magens eines gesunden Erwachsenen wesentlich zurück. Durch die Art der Ernährung ist eine Beeinflußung der Magenfunktion möglich. Nach Katsch gehört die Variation der Sekretkonzentrierung zu den Fähigkeiten der gesunden, funktionstüchtigen und mit Reservekraft ausgestatteten Schleimhaut. Die eingeführte Nahrung soll keinen übergroßen Reiz auf die Saftabsonderung der Schleimhaut ausüben. In der Regel findet man bei Eiweißnahrung starke Magensaftsekretion und dementsprechend bei der Aciditätsbestimmung hohe Werte.
Aus unseren Versuchen kann man folgern, daß aus Sojamehl „Farinette" hergestellte Mehlbreie trotz ihres Eiweißreichtums im Säuglings- und Kindermagen keinen übermäßigen Säuresekretionsreiz ausüben. Die gefundenen Aciditätswerte bewegen sich in den Grenzen der bei üblicher eiweißarmer Kost durchschnittlich im Säuglings- und Kindermagen gefundenen Zahlen.

Eine weitere Bedingung ist, daß die fermentativen Aufspaltungsvorgänge einen raschen Ablauf zeigen. Der im Experiment durchschnittlich gefundene Aciditätsgrad erreicht annähernd die von van Dam als Optimum für das Labferment angegebene Zahl. Dies sei besonders erwähnt, weil die Labungsvorgänge, deren Sitz der Magen ist, wichtig sind für die Aufspaltung der-

jenigen Eiweißkörper, zu denen das Sojaeiweiß gehört. Die Pepsinwirkung im Säuglingsmagen ist umstritten, nach Davidsohn findet wesentliche Pepsinverdauung noch nicht statt. Die freie Salzsäure des Magensaftes wird an die Eiweißkörper gebunden, und zwar mit deren Aufspaltung in zunehmendem Maße. Das Fehlen der freien Salzsäure in allen untersuchten Mageninhalten spricht für beginnende Eiweißzerlegung. Wir können wohl, wie Freudenberg für das Kasein der Milch angenommen hat, eine leichte Andauung des Sojaeiweißes im Magen annehmen und dementsprechend eine erhöhte Bereitschaft für die Arbeit der Darmfermente folgern. Hierfür ist eine wichtige Voraussetzung die feine Flockungsform des Speisebreies, welche für Sojabreie erfüllt ist, wie voranstehende Versuche ergeben haben.

Röntgenoskopische Untersuchungen
über die
Verweildauer
verschiedener Mehlbreie
im Magen.

Zu diesen Versuchen wurden, wie im vorigen, Kinder gewählt, die vor der Entlassung standen und keinerlei Magen-Darmstörungen darboten. Die Zusammensetzung der Versuchsnahrung war wiederum: Halbmilch mit 5%igem Sojamehlbrei und 5% Rübenzucker. Im vergleichenden Experiment wurde Halbmilch mit Zusatz von 5%igem Hafermehlbrei und 5% Rübenzucker verwandt. Als Kontrastmittel wurde Bariumbrei hinzugefügt, für die Säuglinge 1 Teelöffel, für die Kinder jenseits des Säuglingsalters 1 Eßlöffel voll. Die Trinkmenge entsprach dem Alter der Kinder.

I. Säugling Alter 2 Monate

a) Die Sojanahrung wurde um $6^1/_2$ Uhr gereicht.

Röntgenbefund A: 7 Uhr: Magen halbgefüllt, sehr große Magenblase, kein Speisebrei im Darm.
8 Uhr: ein Teil des Breies ist in den Dünndarm übergetreten.
9 Uhr: Magen frei.

b) Demselben Säugling wurde am folgenden Tage die oben beschriebene Hafermehlnahrung um $6^1/_2$ Uhr gereicht.

Röntgenbefund B: $7^1/_2$ Uhr: ein Teil der Nahrung in den Darm übergetreten, deutlicher Magenrest.
8 Uhr: der Rest ist kleiner geworden.
$9^1/_2$ Uhr: Magen frei.

II. Kleinkind Alter: 3 Jahre

a) Die Sojanahrung wurde um $6^1/_2$ Uhr gereicht.

Röntgenbefund A: $7^1/_4$ Uhr: es wird Speisebrei in den Darm bereits ausgeworfen. Deutlicher Rest im Magen.

8 Uhr: unverändert.
$9^1/_2$ Uhr: Magen frei.

b) Demselben Kleinkind wurde am folgenden Tage die Hafermehlnahrung um $6^1/_2$ Uhr gereicht.

Röntgenbefund B: 7 Uhr: Magen bis zum unteren Drittel gefüllt. Kein Speisebrei im Darm. Peristaltik sichtbar.
8 Uhr: ein Teil der Kontrastmahlzeit im Dünndarm sichtbar. Rest im Magen.
9 Uhr: Magen frei.

III. Kleinkind Alter 5 Jahre

a) Die Sojanahrung wurde um 6½ Uhr gereicht.

Röntgenbefund A: 7 Uhr: Magen bis zum unteren Drittel gefüllt, kein Speisebrei erkennbar. Peristaltik sichtbar.
8 Uhr: fast unverändert.
9 Uhr: kleiner Rest im Magen.
$9^1/_2$ Uhr: Magen frei.

b) Demselben Kleinkind wurde am folgenden Tage die Hafermehlnahrung um 6½ Uhr gereicht.

Röntgenbefund B: $7^1/_4$ Uhr: ein Teil in den Darm übergegangen, Rest im Magen.
8 Uhr: beinahe unverändert.
9½ Uhr: Magen frei.

IV. Schulkind Alter 7 Jahre

a) Die Sojanahrung wurde um $6^1/_2$ Uhr gereicht.

Röntgenbefund A: 7 Uhr Magen bis zum unteren Drittel gefüllt. Kein Speisebrei im Darm. Peristaltik sichtbar.
8 Uhr: unverändert.
9 Uhr: kleiner Rest im Magen.
$9^1/_2$ Uhr: pflaumengroßer Schattenrest im Magen erkennbar.

b) Demselben Schulkind wurde am folgenden Tage die Hafermehlnahrung um $6^1/_2$ Uhr gereicht.

Röntgenbefund B: $7^1/_4$ Uhr: es wird Speisebrei in den Darm ausgeworfen. Deutlicher Rest im Magen.
8 Uhr: der Rest hat sich verringert.
$9^1/_2$ Uhr: Magen frei.

Unsere Versuche ergaben also für den Magenaufenthalt von Soja- und Hafermehlbreien eine geringfügige Abweichung. Die Verweildauer ergab für Sojamehlnahrung eine etwas längere Zeitspanne. Die Mengenunterschiede der verschiedenen Mageninhalte, wie sie in den Zwischenzeiten beobachtet wurden, lassen sich als individuelle Unterschiede in der Magentätigkeit erklären. Nach Thiemich und Bessau soll die durchschnittliche Speisebreiverweildauer für den Magen des Säuglings 2½ - 3½ Stunden betragen. Die für Sojamehlnahrung gefundene Verweildauer liegt durchaus im Bereich des Normalen, und somit stellt sich auch in dieser Hinsicht kein Nachteil der Verwendung von Soja-

mehl in der Kinder- und Säuglingsnahrung in den Weg.

Zusammenfassung:

1. Frischer wässeriger Sojamehlbrei fällt im Vergleich zu anderen Mehlbreien durch saure Reaktion auf.
2. Auch in Milchmischungen mit Sojamehlbrei ist in Konzentrationen, wie sie zur künstlichen Säuglingsernährung üblich sind, der Säurecharakter des Sojamehls nachweisbar.
3. Sojamehlwasser- und -milchgemische gerinnen im Magen in feinster Flockungsform.
4. Sojamehlmilchnahrung übt im Gegensatz zu vielen anderen Eiweißnahrungen keinen abnormen Säurereiz auf die Magenschleimhaut aus.
5. Zwischen Sojamehl- und Hafermehlnahrung findet sich in Bezug auf die Verweildauer im Kinder- und Säuglingsmagen kein wesentlicher Unterschied.

Literaturverzeichnis:

1. Bondy: Die Sojabohne. Die Med. Welt. 1929. Nr. 25
2. H. Brüning: Über die Verwendung von Soja, insbesondere von Sojamehl in der Kinderpraxis. Arch. f. Kinderheilkunde XCIII Bd.
3. A. Eckstein und E. Rominger: Ernährung und Ernährungsvorgänge im Kindesalter. aus: Handbuch der Normalen und Pathologischen Physiologie. III. Bd. Verdauung und Verdauungsapparat. S. 1310-1362.
4. R. Feulgen: Chemie der Eiweißkörper. aus: Handbuch der Normalen und Pathologischen Physiologie. III. Bd.
5. E. Freudenberg: Physiologie u. Pathologie der Verdauung im Säuglingsalter. 1929. S. 85-113.
6. L. Lichtwitz: Klinische Chemie. 1930. S. 447-464.
7. E. S. London: Experimentelle Physiologie u. Pathologie der Verdauung. 1925.
8. E. Kuppelwieser: Veredelte Soja. (Literatur!)
9. Th. Malkomesius u. W. Schramm: Über Sojabohnenextraktionsrückstände verschiedener Gewinnungsweise. aus: Die Landw. Versuchsstationen. 1930. Heft 1 u. 2.
10. C. Massatsch: Brotfrage und Sojaproblem. aus: Deutsche Ärztezeitung. 1930. Nr. 198
11. Nissen: Über die Einwirkung von Soja auf die Magensekretion. Md. Kl. 1931. Nr. 3.
12. E. Rubner: Verdaulichkeit von mit Eiweiß angereichertem Roggenbrot. Die Med. Welt. 1928. Nr. 1.
13. M. Thiemich und G. Bessau: Lehrbuch der Kinderheilkunde. Herausgegeben von E. Feer. 1926
14. „Soja" Ein Beitrag zur Kenntnis des Wertes der Sojabohne und ihrer Produkte für die deutsche Volkswirtschaft. Hansamühle Hamburg. Oktober 1929. (Literatur!)
15. Tryszka: Die Bedeutung der Soja für die Lösung des Roggenproblems. aus: Der Kassenarzt. 1930. Nr. 12/13.

Herrn Professor Dr. Brüning möchte ich für die Überlassung des Themas und die Anleitung zur Arbeit, sowie für das persönliche Interesse, welches meiner Arbeit gewidmet wurde, meinen aufrichtigen Dank sagen.

Lebenslauf.

Am 28. Februar 1905 wurde ich, Ernst Georg Albrecht Grote, als Sohn des Tierarztes Albrecht Grote und dessen Ehefrau Marie geb. Wöhler in Rössing (Hannover) geboren. Ich besitze die Mecklenburg-Schwerinsche Staatsangehörigkeit und bin evangelisch-lutherischer Konfession. Von 1911 bis 1913 besuchte ich die Dorfschule in Nordstemmen. 1913 verzogen meine Eltern nach Schwerin in Mecklenburg. Hier kam ich zunächst auf die Mittelschule. Mein Abiturientenexamen bestand ich Ostern 1926 am Realgymnasium zu Schwerin. Zu Beginn des Sommersemesters 1926 ging ich nach Hannover um Veterinärmedizin zu studieren. Diesem Studium lag ich bis Ostern 1927 ob. Darauf trat ich zum Studium der Humanmedizin über, studierte von Ostern 1927 bis Ostern 1928 in Rostock. Dort legte ich am 13. März 1928 die ärztliche Vorprüfung ab. Darauf begann ich das klinische Studium 1928 in München. Ostern 1929 setzte ich mein Studium in Rostock fort und gehörte der Universität Rostock bis zum Abschluß meiner Studien an. Das Staatsexamen bestand ich am 14. Dezember 1931.